

AN: PAT 1978-F0065A  
TI: Potential separation current measurement sensor uses  
magnetic voltage sensor with single or multiple windings  
PN: **DE2656817-A**  
PD: 22.06.1978  
AB: A current measurement sensor for potential separation  
measurement of the actual current flowing in both directions in  
a conductor has a measurement element picking off an electrical  
signal and an evaluation circuit whose output signal is  
proportional to the current. The sensor is designed for low  
component cost, small size, and economical production. The  
measurement element (3) is a Rogowski magnetic voltage sensor  
wound singly or multiply round the conductor (2). Its  
connection (6, 7) voltage (U) is proportional to the connector  
current rate of change and is integrated by an integrator (8)  
in the evaluation circuit.;  
PA: (SIEI ) SIEMENS AG;  
IN: GEHM H;  
FA: **DE2656817-A** 22.06.1978;  
CO: DE;  
IC: G01R-019/00;  
DC: S01;  
PR: **DE2656817** 15.12.1976;  
FP: 22.06.1978  
UP: 26.06.1978

---

⑤1

Int. Cl. 2:

**G 01 R 19/00**

①9 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DE 26 56 817 A 1**

①1

# **Offenlegungsschrift 26 56 817**

②1

Aktenzeichen:

P 26 56 817.2

②2

Anmeldetag:

15. 12. 76

④3

Offenlegungstag:

22. 6. 78

③1

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

⑤4

Bezeichnung:

**Strommeßgeber für die potentialtrennende Erfassung des Strom-Istwertes in einem Leiter**

⑦1

Anmelder:

**Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München**

⑦2

Erfinder:

**Gehm, Horst, Dipl.-Phys., 8551 Reuth**

**DE 26 56 817 A 1**

Patentansprüche

- 5  
10  
15  
20  
25  
30  
35
- (1.) Strommeßgeber für die potentialtrennende Erfassung des Strom-Istwertes in beiden Stromrichtungen in einem stromführenden Leiter mit einem Meßglied, das eine elektrische Größe am stromführenden Leiter abgreift, und mit einer dem Meßglied nachgeschalteten Auswerteschaltung, an deren Ausgang ein dem Strom-Istwert proportionales Ausgangssignal abgreifbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßglied ein den Leiter (2) ein- oder mehrfach umschließender magnetischer Spannungsmesser nach Rogowsky (3) vorgesehen ist, an dessen Klemmen (6, 7) eine der Stromänderung im Leiter (2) proportionale Klemmenspannung (U) abgreifbar ist, und daß als Auswerteschaltung ein die Klemmenspannung (U) integrierendes Integrationsglied (8) vorgesehen ist.
  2. Strommeßwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Integrationsglied (8) ein Operationsverstärker (9) mit RC-Beschaltung (10, 11) vorgesehen ist.
  3. Strommeßwandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Eingang des Operationsverstärkers (9) an Masse (12) gelegt ist.
  4. Strommeßwandler nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß dem in der Rückführung des Operationsverstärkers (9) liegenden Kondensator (10) ein Schalter (13) parallel geschaltet ist.
  5. Strommeßwandler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Schalter (13) ein Transistor vorgesehen ist.
  6. Strommeßwandler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Transistor ein Feldeffekt-Transistor ist.
  7. Strommeßwandler nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß für den Schalter (13) eine Steuerschal-

tung (14) vorgesehen ist, die den Schalter (13) in regelmäßigen Zeitabständen immer dann schließt, wenn der Strom (1) im Leiter (2) Null geworden ist.

- 5      8. Strommeßwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß an den Ausgang des Integrationsgliedes (8) ein Spannungsteiler (15) angeschlossen ist.
- 10     9. Strommeßwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiter (2) Bestandteil eines Stromrichters ist, und daß an den Ausgang des Integrationsgliedes (8) eine Regelungs-, Rechen-, Überwachungs- oder Anzeigeschaltung angeschlossen ist.

Strommeßgeber für die potentialtrennende Erfassung des Strom-Istwertes in einem Leiter

Die Erfindung bezieht sich auf einen Strommeßgeber für potentialtrennende Erfassung des Strom-Istwertes in beiden Stromrichtungen in einem stromführenden Leiter mit einem Meßglied, das eine elektrische Größe am stromführenden Leiter abgreift, und mit  
5 einer dem Meßglied nachgeschalteten Auswerteschaltung, an deren Ausgang ein dem Strom-Istwert proportionales Ausgangssignal abgreifbar ist.

10 In vielen Anwendungsgebieten der Leitungselektronik ist es erwünscht, einen kontinuierlichen oder getakteten Gleichstrom potentialfrei und möglichst trägheitslos, aufwandsarm und platzsparend zu erfassen. Die Forderung nach Erfassung eines getakteten Gleichstroms besteht beispielsweise bei Stromrichtern, die mit gesteuerten Ventilen wie Thyristoren arbeiten. Insbesondere  
15 bei Kleinumrichtern, beispielsweise nach der deutschen Offenlegungsschrift 24 43 025, ist eine einfache und kostengünstige potentialtrennende Erfassung des Strom-Istwertes der einzelnen Ventilstrome erforderlich.

20 Der eingangs genannte Strommeßgeber, der zu diesem Zweck in der Praxis bei Stromrichterschaltungen eingesetzt wird, ist aus dem Siemens-Katalog RE1, "Regelsysteme SIMADYN C TRANSIDYN B", Juli 1975, Abschnitt "Strommeßgeber (Shuntwandler)", Seiten 7/2 und 7/3 bekannt. Es handelt sich hierbei um einen Strommeßgeber,

Nm 2 - Bsk / 2.12.1976

809825/0154

mit dem Gleichströme, insbesondere auch Ventilströme, deren Spannungsabfälle an einem Shunt abgegriffen werden, in potentialgetrennte und vorzeichenrichtige Spannungen im Bereich  $\pm 10V$  umgewandelt werden. Diese Ausgangssignale sind für die Weiterverarbeitung in Regelungs-, Rechen- und Überwachungsschaltungen sowie für Anzeigezwecke vorgesehen. Bei dem bekannten Strommeß-  
5 geber wird die am Shunt abgegriffene Spannung mit Hilfe von wechselweise gesteuerten Chopper-Transistoren eines Modulators in Rechteckimpulse zerhackt und hinter einem Chopper-Übertrager in  
10 einem Demodulator, der ebenfalls mit getakteten Transistoren ausgerüstet ist, wieder phasenrichtig gleichgerichtet. Ein nachfolgender Verstärker hebt das Signal an, wobei maximal der Wert  $\pm 10V$  erreicht wird. Bei dem bekannten Strommeßgeber erfolgt die eigentliche Potentialtrennung zwischen Eingangs- und Ausgangs-  
15 kreis im Chopper-Übertrager.

Der bekannte Strommeßgeber hat den Nachteil, daß er für viele Anwendungen in der Leistungselektronik zu aufwendig ist. Insbesondere benötigt er für die Anwendung in Stromrichterschaltungen  
20 eine Menge Platz, ist relativ schwer und verhältnismäßig teuer in der Fertigung. Außerdem ist seine Eigenzeitkonstante für manche Anwendungen zu hoch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den eingangs genannten Strommeßgeber so auszugestalten, daß der Aufwand geringer ist, daß weniger Platz beansprucht wird und daß er kostengünstiger zu  
25 fertigen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß als Meßglied ein den Leiter ein- oder mehrfach umschließender magnetischer Spannungsmesser nach Rogowsky vorgesehen ist, an dessen  
30 Klemmen eine der Stromänderung im Leiter proportionale Klemmenspannung abgreifbar ist, und daß als Auswerteschaltung ein die Klemmenspannung integrierendes Integrationsglied vorgesehen ist.

Die vorliegende Erfindung beruht demnach auf der Erkenntnis,  
35 daß der Istwert eines in einem stromführenden Leiter fließenden

5 Stromes durch elektronische Integration eines Signals, das der  
Änderung des Strom-Istwertes im Leiter proportional ist, ermit-  
telt werden kann. Dieses Meßsignal wird dabei einer um den strom-  
führenden Leiter gewickelten, an sich bekannten Rogowsky-Spule  
10 entnommen. Diese Rogowsky-Spule ist vorliegend das potentialtren-  
nende Element. Ein magnetischer Spannungsmesser nach Rogowsky  
ist eine langgestreckte, auf einem biegsamen Träger gewickelte  
Induktionsspule mit konstantem Querschnitt und konstanter Win-  
dungszahl je Längeneinheit. Die Induktionsspule ist in zwei gleich-  
15 sinnige Lagen gewickelt; sie trägt Zuleitungen in der Mitte der  
oberen Lage (W. Westphal, Physikalisches Wörterbuch, Springer-  
Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg (1952), Seiten 404 und 405).  
Die an den Klemmen der Rogowsky-Spule abgenommene Klemmenspannung  
ist der zeitlichen Änderung des zirkularen Magnetfeldes des strom-  
führenden Leiters und damit einer Stromänderung im Leiter propor-  
tional.

20 Die Integration des mit Hilfe der Rogowsky-Spule gewonnenen Sig-  
nals geschieht vorliegend durch ein Integrationsglied; an dessen  
Ausgang kann ein dem Strom-Istwert proportionales Ausgangssignal  
abgegriffen werden.

25 Es ist besonders vorteilhaft, als Integrationsglied einen Opera-  
tionsverstärker mit RC-Beschaltung vorzusehen. Dann kommt man mit  
besonders geringem Platzbedarf aus.

30 Der stromführende Leiter und der Strommeßgeber liegen vorliegend  
auf verschiedenem Potential. Es ist hierbei zweckmäßig, dem Strom-  
meßwandler ein definiertes Bezugspotential zuzuordnen. Das kann  
insbesondere dadurch geschehen, daß der eine Eingang des Opera-  
tionsverstärkers an Masse gelegt ist. Bei einer solchen Ausführ-  
ungsform kann gleichzeitig auch die eine Klemme des magnetischen  
Spannungsmessers nach Rogowsky an Masse liegen.

35 Elektronische Integratoren unterliegen im allgemeinen einer Drift,  
d.h. ihr Ausgangssignal verändert sich stetig, ohne daß dieser  
Änderung eine entsprechende Änderung des Eingangssignals ent-  
spricht. Um diesem Driftfehler zu begegnen und um das Integra-

- 4 -

76 P 3 285 BRD

tionsglied am Anfang einer Messung auf Null setzen zu können, ist nach einer weiteren Ausbildung vorgesehen, daß dem in der Rückführung des Operationsverstärkers liegenden Kondensator ein Schalter parallel geschaltet ist. Als Schalter kann beispielsweise ein Transistor vorgesehen sein. Insbesondere kann auch ein Feldeffekt-Transistor verwendet werden.

Weiterhin kann für den Schalter eine Steuerschaltung vorgesehen sein, die den Schalter in regelmäßigen Zeitabständen immer dann schließt, wenn der Strom im Leiter Null geworden ist. Diese Ausführungsform ist für die Strommessung in Stromrichtern nützlich. Eine solche Steuerschaltung arbeitet zweckmäßigerweise mit dem Steuersatz eines Stromrichters zusammen.

Schließlich kann an den Ausgang des Integrationsgliedes noch ein Spannungsteiler angeschlossen sein. Mit Hilfe dieses Spannungsteilers kann das Ausgangssignal des Integrationsgliedes im Hinblick auf den Strom im Leiter in beliebiger Weise geeicht werden.

Der erfindungsgemäße Strommeßgeber hat den Vorteil, daß er relativ einfach und mit relativ billigen Bauelementen herzustellen ist. Er benötigt nur wenig Platz und spricht bei einer Änderung des Strom-Istwertes sehr schnell an. Sein Energiebedarf ist nur gering. Er arbeitet auch nach längerer Meßdauer noch einwandfrei. Schließlich ist er auch einfach zu montieren.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand von zwei Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Strommeßgeber mit magnetischem Spannungsmesser nach Rogowsky und nachgeschaltetem Integrationsglied, und Figur 2 einen Schnitt durch den magnetischen Spannungsmesser nach Figur 1 entlang der Linie II-II in vergrößerter Darstellung.

Nach Figur 1 wird ein im Schnitt gezeichneter elektrischer Leiter 2 von einem Gleichstrom  $i$  veränderlicher Stärke durchflossen. Es



5. kann sich bei dem Leiter 2 insbesondere um eine Zuleitung zu einem gesteuerten elektrischen Ventil in einem Stromrichter handeln. Der Gleichstrom  $i$  ist hierbei getaktet, d.h. er nimmt abwechselnd einen bestimmten Wert und den Wert Null an; er pulsiert also.

Der Leiter 2 ist von einem Meßglied zur Messung einer Änderung des Stromes  $i$  umgeben. Es handelt sich dabei um einen sogenannten "magnetischen Spannungsmesser nach Rogowsky". Dieser magnetische Spannungsmesser 3, der auch als "Rogowsky-Spule" bezeichnet wird, besteht aus einer langgestreckten Induktionsspule 4 mit konstantem Querschnitt und konstanter Windungszahl je Längeneinheit, die auf einen biegsamen Träger 5 aufgewickelt ist. Sie ist in zwei elektrisch isolierte gleichsinnige Lagen gewickelt. Ihre Klemmen sind mit 6 und 7 bezeichnet. Der Träger 5 samt Induktionsspule 4 ist im vorliegenden Fall einmal um den Leiter 2 herumgebogen. Die kreisförmige gebogene Längsachse der Induktionsspule 4 ist hierbei senkrecht zum Leiter 2 angeordnet. Träger 5 und Induktionsspule 4 können den Leiter 2 auch mehrfach umschließen. Aus Gründen einer besseren Übersicht ist in Figur 1 zwischen dem Leiter 2 einerseits und der Induktionsspule 4 und dem Träger 5 andererseits ein relativ großer potentialtrennender Abstand eingezeichnet. In der Praxis wird der magnetische Spannungsmesser 3 den Leiter 2 wesentlich enger umschließen. Der magnetische Spannungsmesser 3 ist am Leiter 2 fest installiert.

An den Klemmen 6 und 7 des magnetischen Spannungsmessers 3 wird als elektrische Größe eine Klemmenspannung  $U$  abgegriffen, die einer Stromänderung im Leiter 2 proportional ist. Diese Klemmenspannung  $U$  wird einem Integrationsglied 8 zugeführt.

Als Integrationsglied 8 ist speziell ein Operationsverstärker 9 vorgesehen. In seiner Rückführung liegt ein Kondensator 10, und dem einen Eingang ist ein Widerstand 11 vorgeschaltet. Es handelt sich also um einen Operationsverstärker mit RC-Beschaltung 10, 11. Der andere Eingang ist an Masse 12 gelegt.

Parallel zum Kondensator 10 ist ein Schalter 13 angeordnet. Dieser wird von einer Steuerschaltung 14 betätigt. Als Schalter 13 kann ein Transistor, insbesondere ein Feldeffekt-Transistor, vorgesehen sein. Mit Hilfe des Schalters 13 läßt sich der Kondensator 10 kurzschließen und damit das Integrationsglied 8 auf ein Ausgangssignal  $U_a$  gleich Null zurücksetzen.

Das Ausgangssignal  $U_a$  des Integrationsgliedes 8 ist auf einen Spannungsteiler 15 gegeben. Dieser Spannungsteiler 15 wird nach Fixierung des magnetischen Spannungsmessers 3 am Leiter 2 auf einem festen Wert eingestellt. Somit läßt sich die an ihm abgegriffene Ausgangsspannung  $U'_a$  auf den Strom  $i$  im Leiter 2 in beliebiger Weise eichen.

Die Ausgangsspannung  $U'_a$  kann einer (nicht gezeigten) Regelungs-, Rechen-, Überwachungs- oder Anzeigeschaltung zugeführt werden.

Es wurde bereits erwähnt, daß die Klemmenspannung  $U$  einer Änderung des Stromes  $i$  im Leiter 2 proportional ist. Diese Klemmenspannung  $U$  wird bei geöffnetem Schalter 13 durch das elektronische Integrationsglied 8 integriert. Bei der Integration ist eine Integrationskonstante wirksam, die von der Spannung des Kondensators 10 zu Beginn der Integration abhängt und die in das Ausgangssignal  $U_a$  additiv eingeht. Da diese Integrationskonstante ohne weitere Maßnahmen unbestimmt bleiben würde und da ein elektronisches Integrationsglied 8 einem Driftfehler unterliegt, ist der Schalter 13 vorgesehen. Dieser wird vor Beginn einer Strommessung und danach in regelmäßigen Abständen geschlossen, und zwar immer dann, wenn der zu messende Strom  $i$  aus bekannten Gründen gleich Null wird. Dieses ist beispielsweise in einem Stromrichter dann der Fall, wenn ein steuerbares Ventil gelöscht und der zugehörige Ventilstrom zu Null geworden ist. In diesem Fall wird also beim Ventilstrom  $i$  gleich Null der Schalter 13 geschlossen und das Integrationsglied 8 während der Ventilstrompause auf Null zurückgesetzt.

Ist der zu messende Strom  $i$  ein Wechselstrom hinreichender Frequenz, so kann der Schalter 13 entfallen.

Es läßt sich zeigen, daß die Eigenzeitkonstante des dargestellten Strommeßgebers und damit seine Ansprechgeschwindigkeit von der maximalen Ausgangsspannung  $U_a$  des Operationsverstärkers 9 und der Änderungsgeschwindigkeit dieser Ausgangsspannung abhängig ist.

- 5 Es läßt sich weiter zeigen, daß die Eigenzeitkonstante eines relativ langsam arbeitenden Operationsverstärkers um den Faktor 2 bis 5 kleiner ist als die Eigenzeitkonstante der besten zur Zeit verfügbaren Strommeßgeber, die nach dem Prinzip der Stromerhaltung arbeiten.

10

- 15 In Figur 2 ist ein Schnitt durch den magnetischen Spannungsmesser 3 von Figur 1 entlang der Linie II-II dargestellt. Es ist ersichtlich, daß der biegsame Träger 5 aus einem Kern 20 und einem umgebenden Isolierschlauch 21 besteht. Bei dem Kern 20 kann es sich um einen biegsamen Weicheisendraht handeln. Mit 22 und 23 sind zwei Schnittstellen durch den Leiter der Induktionsspule 4 bezeichnet. Bei der Induktionsspule 4 nach Rogowsky handelt es sich, wie bereits erwähnt, um einen Draht, der beispielsweise - von der in der Mitte gelegenen Klemme 7 (Figur 1) ausgehend - zum oberen rechten Ende des Trägers 5 vorgewickelt, dann bei gleichem Drehsinn zum oberen linken Ende des Trägers 5 zurückgewickelt und schließlich von dort bei weiterhin gleichem Wickelsinn zur in der Mitte gelegenen Klemme 6 vorgewickelt ist. In Figur 2 bezeichnet 24 den hin- und 25 den zurückgewickelten Draht. Zwischen der Spule 5 und dem Leiter 2 kann noch ein Isolationsmaterial angeordnet sein.

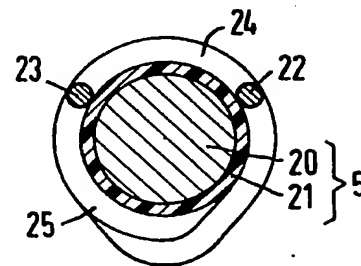
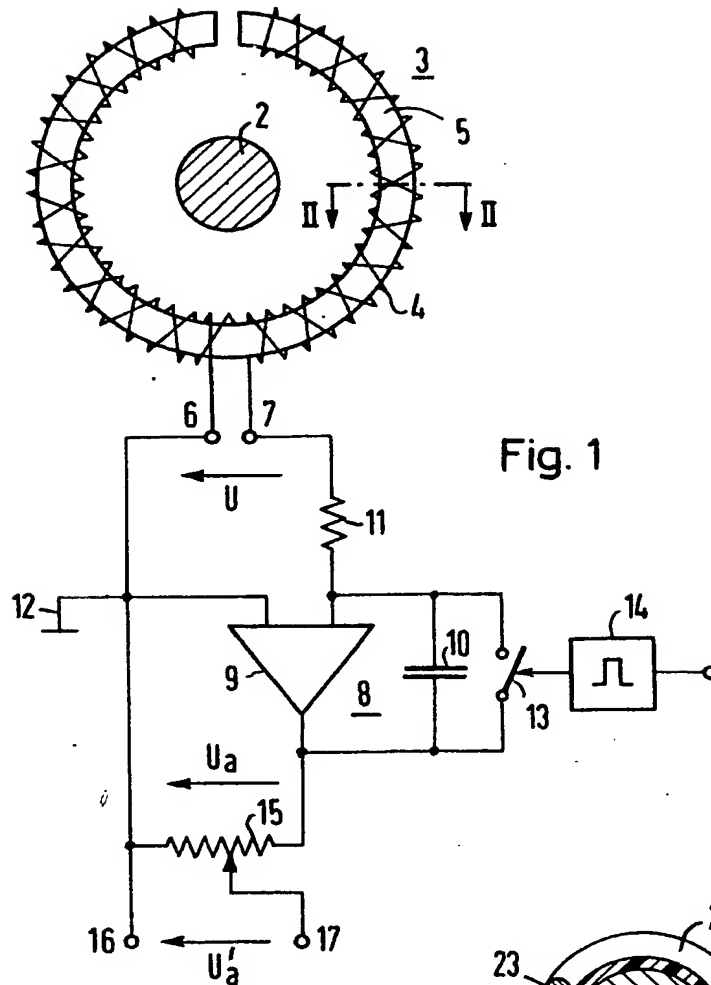
9 Patentansprüche

2 Figuren

<sup>10</sup>  
Leerseite

Nummer: 26 56 817  
 Int. Cl. 2: G 01 R 19/00  
 Anmeldetag: 15. Dezember 1976  
 Offenlegungstag: 22. Juni 1978

2656817



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**